第３講　メダカの性決定

〔文１〕

動物の生殖様式は配偶子の有無により大きく２つに分けることができる。分裂や出芽によって無性生殖を行う動物の例として，(ア)ヒドラやプラナリアが挙げられる。その一方では，卵と精子の受精によって新しい個体がつくり出される有性生殖という様式もあり，雌と雄の２つの性が存在する。一部のミミズや(イ)ヒトデでは両方の様式によって子孫をふやす。

雌と雄の性がどのようにして決まるかには，かなりのバリエーションがある。性染色体による性決定様式には，雄ヘテロ型のXY型や雌ヘテロ型のZW型などがある。前者の例はヒトやニホンメダカであり，後者の例はニワトリである。また，動物によっては性決定がさまざまな外界の要因によって左右されることがある。たとえば，ワニやカメには性決定が発生中の温度に依存するものが知られている。生態系に放出された人工的な化学物質によって(ウ)ホルモンの作用が影響され，性比が偏る事例としては(エ)イボニシなどの貝類が知られている。

〔文２〕

ニホンメダカの発生中の胚に薬剤を投与し，性決定にどのような影響を与えるか調べようと考えた。この実験では性染色体の組み合わせによって決まる遺伝子型としての雌（XX）あるいは雄（XY）と，表現型としての雌（卵巣をもつ）あるいは雄（精巣をもつ）を個体ごとに対応させる必要がある。

ニホンメダカのY染色体は，ヒトと異なり，大きさやもっている遺伝子とその配置がX染色体とほぼ同じである。そのため，染色体のどの部分でもXとYの間で乗換えがおこる。また，YYの個体も生存可能である。Y染色体には雄の形質を決める遺伝子yがあり，この遺伝子の有無により，Y染色体とX染色体が区別される。yの近傍には体の色に関わる２つの遺伝子RとLがある。Rは赤い体色に，Lは白色素胞の形成に関わる。Rの対立遺伝子rと，Lの対立遺伝子lは，どちらも劣性であり，rrでは体色は赤くならず，llは白色素胞をもたない個体となる。白色素胞は受精後２日で現れ，顕微鏡で観察できるが，赤い体色になるかは受精後１ヶ月たたないと判別できない。yはRとLの間に位置する。そこで(オ)これらの遺伝子の連鎖について調べた。

(カ)表現型を利用してふ化（受精後７日）までに性染色体の組み合わせを知ることができる系統１を作製した。この系統を使い，EまたはTという薬剤を含む水で，受精卵を成体まで育てた。この処理によって死亡する個体はなく，Eを与えると遺伝子型としての雄個体（XY）にも卵巣がつくられ，Tを与えると遺伝子型としての雌個体（XX）にも精巣がつくられることがわかった。

〔文３〕

ニホンメダカに近縁な種は東南アジアにも生息する。これらのうちのある種のメダカも性染色体による性決定様式をもつことがわかっていたが，XY 型であるか ZW 型であるかは不明であった。この種でもニホンメダカと同じように処理すると，すべての受精卵が育ち，E によって雌に，T によって雄になることがわかった。したがって，この性質を利用すればこのメダカの性決定様式も実験で明らかにできると考えられる。

実験１　受精卵を E で処理したところ，ふ化したすべての個体が雌になった。これらの複数の雌個体を１匹ずつ隔離して未処理の雄と交配した。それぞれのペア（1 対の雌と雄の個体の組み合わせ）から得られた受精卵はすべて生存したので，生まれた個体の性比をペアごとに調べた。

〔問〕

Ⅰ　文１について，以下の小問に答えよ。

A　下線部(ア)，(イ)，(エ)について。(ア)ヒドラ，(イ)ヒトデ，(エ)イボニシは**図１－１**の系統樹の空欄となっている**１**～**７**のどの分類群に含まれるか。また，この３つの分類群の名称を答えよ。解答は「ア－**１**－○○」のように組み合わせて記せ。

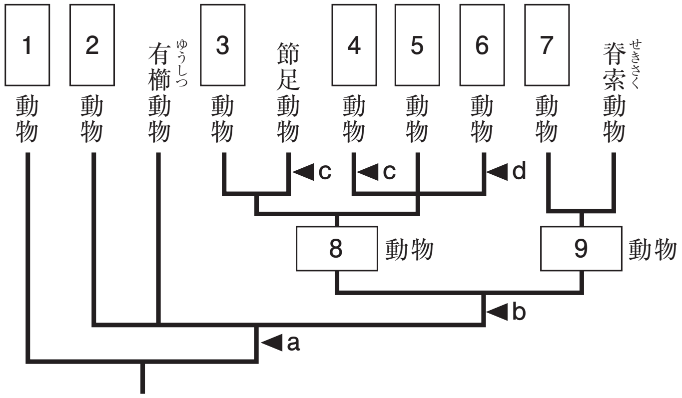

図１－１　動物の系統樹

aは胚葉の獲得，bは左右相称の体の獲得，cは体節構造の獲得，dは外套膜（がいとう）の獲得を示す。

B　左右相称の動物は大きく２つに分けられる。**図１－１**の空欄**８**と**９**に当てはまる適切な名称と，**9** 動物の特徴を１行（35字）で述べよ。

C　下線部(ウ)について。ホルモンの中には，ペプチドホルモンとステロイドホルモンがある。これらがどのように細胞内に情報を伝達するか，違いがわかるように２行（70字）程度で述べよ。

Ⅱ　文２について，以下の小問に答えよ。

D　性染色体にある遺伝子による遺伝は一般に何とよばれるか。名称を答えよ。また，このような遺伝様式を示す他の事例を１つ，生物の種類とその遺伝する形質を組み合わせて答えよ。

E　下線部(オ)について。**表１－１**に，*R*，*y*，*L* の間の組換え頻度を検定交雑で調べた結果を示す。遺伝子型は，性染色体ごとに表記している。なお，乗換えは２回以上おこらないこととする。以下の(a)と(b)に答えよ。

表１－１　性染色体にある遺伝子の組換え

	調べた個体の遺伝子型	かけあわせた個体の遺伝子型	かけあわせにより生じた全個体数	組換えのおこった個体数	組換え体の遺伝子型
交配１	X^rY^R	X^rX^r	6395	11	**10** **11**
交配２	$X^{rl}Y^{RL}$	**12**	4478	102	**13** **14** $X^{rl}X^{rL}$ $X^{rl}Y^{Rl}$

(a)　交配１では，どの２つの遺伝子の間の組換えを調べているか。また，その結果生じた組換え体はどのような表現型をもつか。それぞれ答えよ。

(b)　空欄 **10** ～ **14** に当てはまる遺伝子型を，「$X^{rl}Y^{RL}$」のように答えよ。ただし，空欄 **10** と **11**，**13** と **14** に関しては順不同である。

F　下線部(カ)について，以下の(a)と(b)に答えよ。

(a)　ふ化する前に，個体の遺伝子型としての性を区別できるためには，系統１の性染色体には少なくともどの遺伝子が必要であり，雌雄はどのような表現型で区別できるか。これについて，X と Y それぞれの染色体の遺伝子型と，雌雄それぞれの表現型を答えよ。

(b)　この方法で予測した場合，系統１では，色の表現型と遺伝子型としての性はどのくらいの確率で一致するか。**表１－１**の結果を用い，計算して求めよ。なお，乗換えは２回以上おこらないこととする。数値は百分率［％］で表し，四捨五入して小数点第１位まで記せ。

Ⅲ　文３について。

実験１で，この種が XY 型あるいは ZW 型の性決定様式をもつと仮定した場合，それぞれどのような結果が期待されるか。以下の考察の空欄 **15** ～ **18** に当てはまる適切な数値を整数で答えよ。なお，ZW 型でも E による処理で表現型としての雌が生じるものとする。

考察：XY 型の場合は，交配したペアの総数の［ 15 ］％では生まれた個体の［ 16 ］％が雄になり，残りのペアでは生まれた個体の 50％が雄になる。一方，ZW 型の場合は，ペアの総数の［ 17 ］％では生まれた個体の 50％が雄になり，残りのペアでは生まれた個体の［ 18 ］％が雄になる。

第3講

Ⅰ　A　ア － 2 － 刺胞（動物）　イ － 7 － 棘皮（動物）　エ － 6 － 軟体（動物）

B　[8]　旧口　[9]　新口

特徴…原口付近が肛門になり，反対側に口が新たに形成される。

C　ペプチドホルモンは細胞膜上の受容体に結合し，細胞内で別の物質の合成・活性化を促し情報を伝達するが，ステロイドホルモンは細胞膜を通過して細胞内の受容体に結合し，複合体となり情報を伝達する。

Ⅱ　D　伴性遺伝，ヒトの血友病（ヒトの赤緑色覚異常）

E　(a)　遺伝子…R，y　表現型…赤い体色の雌，赤くない体色の雄

(b)　[10]，[11]　X^rX^R，X^rY^r（順不同）　[12]　$X^{rl}X^{rl}$

[13]，[14]　$X^{rl}X^{Rl}$，$X^{rl}Y^{rL}$（順不同）

F　(a)　遺伝子型…X^l，Y^L

表現型…雌…白色素胞をもたない，雄…白色素胞をもつ

(b)　97.9％

Ⅲ　[15]　50　[16]　75　[17]　50　[18]　100